

**ELEMENTS CATALYTIQUES POUR MOTEURS ESSENCE  
EVALUATION DE L'ACTIVITE  
(BANC DE GAZ SYNTHETIQUE)**

Page 1/20

**SANS RESTRICTION D'UTILISATION**

## **1.OBJET ET DOMAINE D'APPLICATION**

Cette méthode a pour objet la description d'un mode opératoire permettant de définir l'activité d'un élément catalytique de post-combustion pour moteurs essence par conversion des polluants réglementés tels que les hydrocarbures (HC), le monoxyde de carbone (CO) et les oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>).

L'activité de l'élément catalytique est évaluée sur éprouvette dans des conditions de laboratoire.

## **2.PRINCIPE**

L'évaluation de l'élément catalytique est effectuée sur une éprouvette représentative de son état, neuve ou usagée, traversée par un mélange de gaz chauds.

La comparaison de la teneur des différents polluants en sortie de l'élément catalytique, avec leur teneur en entrée de l'élément catalytique, permet de déterminer l'activité de ce dernier. Cette activité est mesurée en fonction de la température et pour différentes conditions de gaz.

Les mesures se font sur un banc de laboratoire permettant la reconstitution d'un gaz d'échappement par mélange de gaz synthétiques dans des concentrations définies.

Les différentes concentrations retenues, pour un essai, sont représentatives de différents dosages "carburant/air" admis dans le moteur.

### 3.DEFINITION DES TERMES ET SYMBOLES

#### Richesse "R" :

Rapport massique "carburant/air" réellement utilisé sur le rapport "carburant/air" stoéchiométrique.

Si le rapport réel est équivalent au rapport théorique, R est égal à 1.

Si le rapport réel est plus grand que le rapport théorique, le mélange est en excès de carburant, R est plus grand que 1 et le milieu est considéré comme étant "riche".

Si le rapport réel est plus petit que le rapport théorique, le mélange est en excès d'air, R est plus petit que 1 et le milieu est considéré comme étant "pauvre".

La valeur de la richesse, R, est déterminée à l'aide de la relation suivante :

$$R = 1 + 3,76 \left[ \frac{0,5(\text{CO} + \text{H}_2) + 154^{10^{-4}} \text{HC} - \text{O}_2 - 0,5^{10^{-4}} \text{NO}_x}{100 - 1 - \text{CO}_2 - \text{CO} - \text{H}_2 - 0,33^{10^{-4}} \text{HC} - \text{O}_2 - 0,5^{10^{-4}} \text{NO}_x} \right]$$

La concentration des HC est exprimée en équivalent carbone C<sub>1</sub>.

#### Vitesse volumique horaire "VVH" :

Expression du volume de mélange gazeux traversant, en une heure, l'éprouvette.

Ce volume, rapporté au volume de l'éprouvette, est exprimé en nombre d'éprouvettes à l'heure.

#### Perturbation :

Reproduction, sur le banc d'évaluation d'élément catalytique, du régime transitoire de la richesse des gaz d'échappement d'un véhicule essence.

La régulation de la carburation du moteur, par calculateur et sonde à oxygène, entraîne des alternances de la richesse des gaz d'échappement. Sur le banc d'évaluation, la perturbation d'un mélange gazeux à richesse définie est réalisée par injection alternée de CO (pour enrichir) et d'O<sub>2</sub> (pour appauvrir).

Cette perturbation est réalisée, à une fréquence et à une amplitude symétrique, proches de celles du véhicule.

#### Amorçage :

Température, en degrés Celsius, de l'élément catalytique à partir de laquelle il y a 50 % de conversion du polluant considéré, pour un mélange gazeux et une richesse définis.

Deux mesures d'amorçage sont faites à l'aide du banc d'évaluation, une en milieu riche, l'autre en milieu pauvre.

## 4. APPAREILLAGE

Banc d'évaluation, voir schéma de principe en annexe 1, comprenant les éléments suivants.

### 4.1. BAIE DE CONDITIONNEMENT DES GAZ PURS ET DES GAZ ETALONS

comprenant une vanne d'arrêt, un détendeur, un manomètre, par ligne de gaz.

### 4.2. DEBITMETRES MASSIQUES

(un par ligne de gaz).

### 4.3. COMMANDE MANUELLE

pour régler les débits de gaz purs (5.2) utilisés lors des essais.

- Pour les opérations de réglage et de maintenance.
- Sous contrôle d'un logiciel par l'intermédiaire d'un ordinateur et de ses interfaces.

### 4.4. ORDINATEUR AVEC LOGICIEL ET INTERFACES

pour pilotage de l'installation, acquisition des données, exploitations de ces dernières et édition des résultats.

### 4.5. MELANGEUR DE GAZ

pour homogénéisation du mélange.

### 4.6. RECHAUFFEUR DU MELANGE GAZEUX

avec une plage de l'ambiante à 450 °C, à la vitesse de 1 °C/min.

### 4.7. SYSTEME D'INJECTION D'EAU DISTILLEE (5.4)

sous forme vapeur, dans le mélange de gaz, à l'entrée du réchauffeur (4.6). Cette injection d'eau doit être couplée au fonctionnement du réchauffeur des gaz.

### 4.8. REACTEUR SUPPORTANT L'EPROUVETTE

### 4.9. LIGNE HAUTE TENEUR (HT)

avec pompe de prélèvement pour gestion du mélange.

### 4.10. LIGNE BASSE TENEUR (BT)

avec pompe de prélèvement pour gestion du mélange et pour le calcul de l'efficacité du catalyseur.

### 4.11. SYSTEME

permettant, par l'injection de CO et d'O<sub>2</sub>, de créer à l'entrée du réacteur, la perturbation de la richesse du mélange.

### 4.12. CONDENSEUR SUR LES LIGNES, HAUTE ET BASSE TENEUR

placé avant les analyseurs, afin d'empêcher l'eau injectée dans le mélange gazeux d'arriver à eux.

### 4.13. ANALYSEURS

de CO, NO, HC, H<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> sur la ligne de prélèvement haute teneur (4.9).

### 4.14. ANALYSEURS

de CO, NO, HC, sur la ligne de prélèvement basse teneur (4.10).

### 4.15. SYSTEME DE GESTION DE L'ENSEMBLE DES ELECTROVANNES

permettant d'orienter les différents gaz sur les différents analyseurs à des fins d'étalonnage ou de mesure.

### 4.16. CORDON D'ETANCHEITE

Tresse d'environ 5 mm de diamètre, pour assurer l'étanchéité périphérique, aux gaz, lors de la mise en place de l'éprouvette.

La matière composant cette tresse doit être, physiquement et chimiquement, inerte dans la plage de température allant de l'ambiante à 500 °C.

## 5. REACTIFS

### 5.1. GAZ ETALONS

dans l'azote, pour mise en conformité du banc (voir tableau ci-dessous).

| Dénomination        | Symbole         | Concentration en volume | Précision | Désignations Air Liquide |
|---------------------|-----------------|-------------------------|-----------|--------------------------|
| Monoxyde de carbone | CO              | 9000 ppm                | ± 90 ppm  | OTO C70                  |
| Dioxyde de carbone  | CO <sub>2</sub> | 13,5 %                  | ± 0,13 %  | OTO D36                  |
| Oxygène             | O <sub>2</sub>  | 1,8 %                   | ± 0,018 % | OTO G20                  |
| Monoxyde d'azote    | NO              | 900 ppm                 | ± 9 ppm   | OTO F60                  |
| Hydrocarbures       | HC (*)          | 350 ppm                 | ± 3,5 ppm | OTO B10                  |
| Hydrogène           | H <sub>2</sub>  | 1 %                     | ± 0,02 %  | HYD 41                   |

(\*) HC = propane (C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>)

### 5.2. GAZ PURS

entrant dans le mélange de synthétisation d'un gaz d'échappement (voir tableau ci-dessous).

| Dénomination        | Symbole         | Pureté                |                          |
|---------------------|-----------------|-----------------------|--------------------------|
|                     |                 | Pourcentage en volume | Désignations Air Liquide |
| Azote               | N <sub>2</sub>  | ≥ 99,995              | S                        |
| Monoxyde de carbone | CO              | ≥ 99,997              | N47                      |
| Dioxyde de carbone  | CO <sub>2</sub> | ≥ 99,995              | N45                      |
| Oxygène             | O <sub>2</sub>  | ≥ 99,995              | N45                      |
| Monoxyde d'azote    | NO              | ≥ 99,9                | N30                      |
| Hydrogène           | H <sub>2</sub>  | ≥ 99,9995             | N55                      |

### 5.3. MELANGE D'HYDROCARBURES

entrant dans le mélange de synthétisation d'un gaz d'échappement (voir tableau ci-dessous).

| Dénomination | Symbole                       | Concentration en volume |
|--------------|-------------------------------|-------------------------|
| Propène      | C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> | 75 %                    |
| Propane      | C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> | 25 % ± 0,5 %            |

### 5.4. EAU DISTILLEE

## 6.ÉPROUVETTES

Les éprouvette doivent être prélevées dans l'élément catalytique conformément à la méthode d'essai D19 5368.

Les dimensions des éprouvettes doivent être conformes à celles indiquées dans la méthode d'essai D19 5368.

Le conditionnement des éprouvettes doit être conforme à celui défini par les documents.

## 7.MODE OPERATOIRE

### 7.1.MISE EN SERVICE DU BANC D'EVALUATION

- Ouvrir les différentes arrivées de gaz étalons (5.1) et de gaz purs (5.2).
- Vérifier et ajuster la pression sur les différentes arrivées de gaz, pression en conformité avec les préconisations des débitmètres massiques (4.2).
- Faire le plein de la réserve d'eau distillée (5.4) du système d'injection (4.7).
- Faire l'étalonnage des différents analyseurs (4.13) et (4.14) à l'aide des gaz étalons (5.1), en respectant les préconisations propres à chaque appareil.

### 7.2.ESSAI PROPREMENT DIT

L'évaluation du catalyseur est composée de trois mesures spécifiques, définies ci-après et exécutées dans l'ordre de leur description.

La vitesse volumique horaire (VVH), sauf indications contraires, est de 75000 h<sup>-1</sup>.

- Mettre l'éprouvette en place dans le réacteur (4.8) en assurant le maintien, à chaque extrémité, avec un cordon d'étanchéité (4.16).
- Mettre en marche les pompes des lignes haute teneur (4.9) et basse teneur (4.10).

### 7.2.1.MESURE EN PERTURBATION

La mesure en perturbation est une mesure de la conversion des polluants en fonction de la richesse du mélange gazeux et à température constante.

Cette mesure commence avec un mélange de gaz riche et après 14 paliers, à richesse décroissante, s'arrête avec un mélange de gaz pauvre. La variation de la richesse est obtenue par variation de la concentration d'O<sub>2</sub> dans le mélange (voir les tableaux ci-dessous).

Composition du mélange gazeux, à l'aide des gaz purs (5.2) et des mélanges d'hydrocarbures (5.3) au départ de la mesure en perturbation ; à ce mélange est rajouté 10 % de vapeur d'eau à l'aide du système d'injection (4.7).

| Gaz à R = 1,04          | CO    | CO <sub>2</sub> | HC       | NO      | O <sub>2</sub> | N <sub>2</sub> | H <sub>2</sub> |
|-------------------------|-------|-----------------|----------|---------|----------------|----------------|----------------|
| Concentration en volume | 1,4 % | 14 %            | 1500 ppm | 950 ppm | 0 %            | 84,46 %        | 0 %            |

La concentration des HC est exprimée en équivalent carbone C<sub>1</sub>.

Richesse et teneur en O<sub>2</sub> pour les différents paliers de l'essai en perturbation.

| Palier | Richesse | Pourcentage O <sub>2</sub> |
|--------|----------|----------------------------|
| 1      | 1,0398   | 0,0                        |
| 2      | 1,0331   | 0,15                       |
| 3      | 1,0264   | 0,30                       |
| 4      | 1,0196   | 0,45                       |
| 5      | 1,0129   | 0,60                       |
| 6      | 1,0061   | 0,75                       |
| 7      | 0,9992   | 0,90                       |
| 8      | 0,9924   | 1,05                       |
| 9      | 0,9855   | 1,20                       |
| 10     | 0,9786   | 1,35                       |
| 11     | 0,9717   | 1,50                       |
| 12     | 0,9648   | 1,65                       |
| 13     | 0,9578   | 1,80                       |
| 14     | 0,9508   | 1,95                       |

A chaque palier, la mesure est décomposée en 2 phases :

- mesure en mélange gazeux à richesse stabilisée,
- mesure en mélange gazeux à richesse perturbée.

La perturbation de la richesse est obtenue par injection alternée de CO et d'O<sub>2</sub> à la fréquence de 1 Hz à l'aide du système (4.11).

L'amplitude de la perturbation est fixée à  $\pm 4$  % de part et d'autre de la richesse du palier considéré.

La mesure en perturbation se fait à la température constante de 450 °C à l'aide du réchauffeur (4.6).